

Литература

1. Галевский Г.В., Руднева В.В. Металлургия молибдена. Конспект лекций. // Издательский центр СибГИУ, Новокузнецк, 2018. – 52 с.
2. Цветная металлургия за рубежом // Цены на молибден продолжают рост Металлоснабжение и сбыт Электронный ресурс: <http://metalinфо.ru/>
3. Цены российского рынка на металлы и сырье // Ферромолибден. База данных по рынку металлов Электронный ресурс: <http://www.infogeo.ru/>
4. Mining Intelligence and Technology // Molybdenum Prices and Price Charts Электронный ресурс: <http://infomine.com/>

УДК 669.2/8(075.8)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА РА-167

Г.В. Галевский, В.В. Руднева, О.И. Гордиевский

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru

В настоящее время технологическая стратегия ОК РУСАЛ включает три основных направления:

- проектирование и строительство суперсовременных заводов и металлургических комплексов, оснащенных высокоамперными электролизерами типа РА-300, РА-400 (Хакасский 2006 г., Богучанский 2016 г. алюминиевые заводы);
- частичная реконструкция заводов, введенных в эксплуатацию в 50-60-х годах, с заменой электролизеров с анодом Содерберга на электролизеры с обожженными анодами средней мощности типа РА-167;
- модернизация электролизеров с анодами Содерберга типа С-2, С-3, С-8БМ для улучшения показателей их работы и экологической безопасности (проекты «Экологический Содерберг», «Коллоидный анод» и др.).

Целью настоящей работы является анализ результатов технологического и экологического обследования электролизера РА-167, работающего в условиях АО «РУСАЛ – Новокузнецк», и определение направлений улучшения показателей его работы.

АО «РУСАЛ – Новокузнецк» с 2014 г. реализует программу замены электролизеров с самообжигающимися анодами С-3 на электролизеры с обожженными анодами РА-167. В настоящее время на 7 электролизной серии установлено 17 электролизеров РА-167. Проектные характеристики электролизера РА-167 приведены в таблице 1. Основными конструктивными элементами электролизера РА-167 являются кожух катодный шпангоутного типа, футеровка подовая и бортовая, анодное устройство (балка – коллектор,

ошиновка, механизм перемещения анодов общей грузоподъемностью 40 т), модули АПГ и АПФ, система разводки сжатого воздуха, система укрытий, анод, сформированный из обожженных анодных блоков, торцевые стойки одно- и двухшарнирная.

Футеровка состоит из теплоизоляционных и огнеупорных кирпичей, угольной подины из блоков на всю ширину шахты и бортовых угольных плит трапецевидной формы. Угольные подовые блоки уложены на сухую барьерную смесь толщиной 90 мм. Периферийные и межблочные швы набиты подовой массой. Подовые блоки соединены со стальными блямсами при помощи чугуновой заливки.

Таблица 1

Проектные характеристики электролизера РА-167

Характеристика, ед. изм.	Значение
Катодное устройство	
Длина, мм	9492
Ширина, мм	5138
Количество катодных блоков, шт.	13
Количество блямсов, шт.	26
Масса катодного устройства, т	86,35
Анодное устройство	
Длина, мм	9026
Ширина, мм	4320
Тип анода	обоженный
Масса анодного устройства, т	30
Питание ванны	
Загрузка глинозема, фторсолей	АПГ, АПФ
Газоочистка	
Вид газоочистки	Сухая
Срок службы и стоимость	
Срок службы, мес.	60
Стоимость электролизера, млн. руб.	24,0

Система АПГ и АПФ состоит из 4-х независимых модулей с дозаторами сырья и трех отдельно стоящих пробойников. Три модуля обеспечивают подачу чистого или фторированного глинозема, четвертый – фтористых солей в ванну в процессе работы электролизера. Подача сырья производится дозаторами с индивидуальными пневмоприводами. Пробивка корки осуществляется пробойниками с приводом от пневмоцилиндров диаметром 160 мм и ходом 400 мм. Порция сырья, подаваемая дозатором за один ход, составляет 0,7 кг.

Система «сухой» газоочистки отходящих от электролизера РА-167 технологических газов основана на адсорбции фтористого водорода глиноземом, осуществляемой в двух симметрично расположенных газоочистных модулях конструкции АО «СибВАМИ». Каждый модуль состоит из газоочистного реактора, представляющего собой трубу Вентури,

входящего в состав реактора переходного патрубка и рукавного фильтра с системой импульсной регенерации фильтровальных рукавов. При этом степень очистки отходящих газов от фтористого водорода и других загрязняющих веществ составляет свыше 99 % и обеспечивает возврат фторированного глинозема в электролизеры.

Таким образом, по конструктивному исполнению и оснащённости электролизер РА-167 значительно превосходит близкие по мощности электролизеры с самообжигающимся анодом С-2, С-3, С-8БМ и приближается к современным высокоамперным электролизерам: моноблочная подина, обожженный анод, системы АПГ и АПФ, «сухая» газоочистка и возврат фтора в процессе электролиза, ожидаемое повышение экологической безопасности и улучшение санитарно-гигиенических условий в корпусах электролиза. При этом весьма существенно возросла стоимость электролизера: с 5 млн. руб. для С-3 до 24 млн. руб. для РА-167. Результаты технологического и экологического обследования электролизера РА-167 и показатели работы электролизера С-3 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика и показатели работы электролизеров РА-167 и С-3

Характеристики, показатели	Тип электролизера	
	РА-167	С-3
Тип анода	Обожженный	Самообжигающийся
Тип подового блока	Угольно-графитовый	Угольно-графитовый
Тип бортового блока	Угольно-графитовый	Угольно-графитовый
Сила тока, кА	176	145
Анодная плотность тока, А/см ²	0,76	0,75
Среднее напряжение, В	4,35	4,27
Расход глинозема, кг/т Al	1920	1930
Расход фторида алюминия, кг/т Al	20	34,1
Периодичность загрузки глинозема, раз/сут	АПГ	8,5
Расход ОА, АМ, кг/т Al	390-420	480-540
Криолитовое отношение	2,28	2,37
Температура эл-та, °С	958	959
Уровень металла, см	18	49
Уровень эл-та, см	19	16
Значение МПР, см	5,6	5,97
Производительность, кг Al/сут	1170	1041
Выход по току, %	93,0	89,3
Расход эл. энергии, кВт·ч/т Al	13921	15148
Частота а/э, шт./сут	0,3	0,7
Срок службы, мес	60*	58,7
Выбросы фтора, кг/т Al	0,2	5,3
Выбросы фторуглеродистых соединений, кг/т Al	0,06	0,8
Выбросы ПАУ, кг/т Al	0	0,06
*Срок службы ожидаемый		

Результаты обследования подтверждают высокие технологические и экологические показатели работы электролизеров РА-167. В то же время анализ результатов позволяет выделить следующие направления работы по их улучшению:

- разработка и реализация технологических мероприятий по достижению срока службы, адекватного стоимости (смачиваемые алюминием покрытия подины, бортовая футеровка из карбидокремниевых плит и др.);

- разработка и реализация технических мероприятий по обеспечению производства первичного алюминия высоких марок (определение оптимального соотношения свежий глинозем – фторированный глинозем, снижение содержания примесей во фторированном глиноземе).

УДК 621. 762

ПЛАЗМОСИНТЕЗ КАРБИДА ЦИРКОНИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Т.И. Алексеева¹, Г.В.Галевский¹, В.В.Руднева¹, С.Г.Галевский²

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru ² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный
университет», г. Санкт-Петербург, Россия, sgalevskii@gmail.com

Одной из важнейших задач современного материаловедения является получение материалов для работы в экстремальных условиях – при высоких температурах и напряжениях, под воздействием агрессивных сред и т.п. В решении этих задач существенная роль принадлежит использованию соединений тугоплавких металлов с бором, углеродом, азотом, кремнием – боридов, карбидов, нитридов и силицидов, которые, наряду с высокой твердостью и тугоплавкостью, обладают жаростойкостью и жаропрочностью, специфическими физическими и химическими свойствами. Среди карбидов тугоплавких металлов высокими эксплуатационными свойствами обладает карбид циркония, что делает его потенциально пригодным для решения многих задач современного материаловедения. Быстротечный синтез в условиях турбулентного химически активного плазменного потока (т.н. плазмосинтез) в непрерывном режиме обеспечивает получение карбида циркония в нанодисперсном состоянии.

На основе интерпретации результатов теоретических и экспериментальных исследований разработан непрерывный технологический процесс получения карбида циркония в плазмометаллургическом реакторе.

Для реализации плазмосинтеза карбида циркония предлагается аппаратурно-технологическая схема, представленная на рисунке 1 [1-3], включающая следующие операции и стадии: 1) входной контроль сырья и технологических газов; 2) подготовка порошка ZrO_2 : хранение, дозирование; загрузка в порошковый дозатор; 3) плазмообработка; 4) охлаждение и частичное осаждение в закалочной-осадительной камере отходящего от